Interacción de Glifosato con Paraquat y Glufosinato de Amonio

Andrés Orlando Erazo Pozo

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Interacción de Glifosato con Paraquat y Glufosinato de Amonio

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Andres Orlando Erazo Pozo

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2013

Interacción de Glifosato con Paraquat y Glufosinato de Amonio

Presentado por:

Andres Orlando Erazo Pozo

Aprobado:

____
Abelino Pitty, Ph. D.
Asesor Principal

____
Renán Pineda, Ph. D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

____
Rogelio Trabanino, M. Sc.
Asesor

____
Raúl H. Zelaya, Ph. D.
Decano Académico

Interacción de Glifosato con Paraquat y Glufosinato de Amonio

Andres Orlando Erazo Pozo

Resumen: Se tiene antecedentes de resultados antagónicos con la mezcla de Glifosato, herbicida sistémico, con Paraquat o Glufosinato de amonio, herbicidas de contacto. Por tal razón, el objetivo fue determinar si existe reacciones antagónicas con distintas dosis de Paraquat o Glufosinato + Glifosato. Se realizaron dos experimentos aparte con una población uniforme de la maleza *Cynodon nlemfluensis*. Se utilizó la dosis recomendada de Glifosato de 1440 g/ha de ingrediente activo conjuntamente con cuatro distintas dosis de Paraquat o Glufosinato de amonio de 200, 150, 74, 20 y 150, 112.5, 55.5, 15 g/ha de ingrediente activo, respectivamente. Cada parcela de $48m^2$ donde se aplicó Glifosato + Paraquat en solución de 250 L/ha, se uso bomba de mochila modelo T, de acero inoxidable, presurizada con CO_2 a una presión de 35 psi, un aguilón de 2 m de ancho con cuatro boquillas Teejet® XR8003VS de amplio espectro. Cada parcela de $27m^2$ ubicadas bajo la sombra de una plantación de *Pinus oocarpa* donde se aplicó Glifosato + Glufosinato de amonio en solución de 400 L/ha, se uso una bomba de mochila marca Matabi súper agro-16 con una capacidad de 16.8 litros y a una presión de 1.5 bares (21 psi), se utilizó una boquilla cónica regulable. En el experimento de Glifosato + Paraquat se obtuvo un sinergismo en los primeros días después de la aplicación debido a que el control fue sumamente mayor con la mezcla de éstos dos herbicidas principalmente con las dosis al 75 y 100% de Paraquat que con el Glifosato solo, sin embargo a los 30 días después de la aplicación se obtuvo un antagonismo debido al rebrote de la maleza donde se aplicó la mezcla de Glifosato + Paraquat y un control casi total donde se aplicó Glifosato solo. En el experimento de Glifosato + Glufosinato de amonio se obtuvo muestra del efecto después de los 7 días debido a que la sombra hizo un efecto negativo sobre el modo de acción del Glufosinato, permitiendo así exponer a los 30 días después de la aplicación que no hubo interacción de control con la mezcla de Glifosato + Glufosinato de amonio.

Palabras clave: Aplicaciones, control de malezas, dosis, herbicida de contacto, herbicida sistémico, pasto estrella africana.

Abstract: A history of antagonistic results with the mixing of glyphosate, the systemic herbicide and paraquat or ammonium glufosinate, contact herbicides can be seen. Given this reason the objective of this study was to determine possible interactions between different doses of paraquat or glufosinate + glyphosate. Two experiments were done separately with a uniform population of the weed, *Cynodon nlemfuensis*. A recommended dose of glyphosate of 1.44 kg/ha of the active ingredient were mixed together with four different doses of paraquat or ammonium glufosinate of 200, 150, 74, 20 and 150, 112.5, 55.5, 15 g/ha of the active ingredient, respectively. A solution of glyphosate + paraquat in 250 L/ha of water was applied to each $48m^2$ parcel using a backpack pump with stainless steel model T pressurized with CO_2 with a pressure of 35 psi. A boom of 2m in width was used with four Teejet® XR8003VS ample spectrum nozzles. Each parcel of $27m^2$ located under the shade of a *Pinus oocarpa* plantation was the location where glyphosate + ammonium glufosinate in a solution of 400 L / ha of water was applied. A back pack sprayer brand super Matabi agro-16 of a capacity of 16.8 liters with a pressure of 21 psi, was used with an adjustable conical nozzle. Synergism could be observed on the first days after application for the glyphosate + paraquat experiment given that the control of weed was greater with the mixture of these herbicides primarily with the doses 75 and 100% than that of glyphosate alone. However after 30 days of application an antagonism could be observed given that regrowths could be observed on the weeds where the combination of herbicides was applied. The control obtained by the combination of the herbicides was far less than to that of glyphosate alo. In the glyphosate + glufosinate experiment the shade effect could be observed. The shade caused a negative effect on the mode of action on glufosinate permitting afer application there aren´t interaction of control with the combination of glyphosate and gluphosinate.

Key words: African star grass, applications, contact herbicide, dose, systemic herbicide, weeds control.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

Figuras Página

1. INTRODUCCIÓN

El concepto en general que se tiene por maleza, es el que califica a una planta fuera del lugar (en praderas, a orillas de los caminos, en un barbecho, bosques, matorrales, etc.) o no deseada dentro de un cultivo. Las malezas compiten con el cultivo reduciendo los rendimientos, siendo este su mayor daño dentro de la agricultura (Montaldo 1995).

La presencia de malezas en los cultivos es uno de los principales obstáculos para la producción agrícola, debido a que bajo algunas condiciones causan daño económico y social al agricultor; dichos daños se manifiestan de distintas maneras, tales como: competencia por nutrientes, agua y luz, alelopatía, hospederos e interfiriendo el proceso normal de cosecha (FAO 2006).

El control de maleza puede ser de forma cultural, mecánica, biológica o química. La aplicación de los herbicidas es la principal herramienta de control mayormente químico en la actualidad, no obstante se requiere tener un conocimiento técnico de los mismos para realizar una correcta selección y posteriormente una oportuna y eficiente aplicación (Rosales y Esqueda 2006).

Un herbicida es un producto químico o no, que interfiere o inhibe el desarrollo normal de las plantas no deseadas o malezas, de lugares destinados para agricultura. Selectividad. Los tratamientos selectivos eliminan la maleza con poco o ningún daño al cultivo, debido a que estos contienen propiedades mismas del herbicida, atributos de la planta, momento de aplicación, o una combinación de los factores antes mencionados. Los no selectivos o tratamientos totales, destruyen todas las especies presentes y su uso es antes de la siembra, antes de la cosecha o en áreas no cultivables (FAO 1996).

Glifosato es un herbicida no selectivo sistémico, el modo de acción interactúa uniéndose a la región de la encima que se acopla al grupo fosfato del fosfoenol piruvato, inhibiendo así la síntesis de aminoácidos aromáticos que son necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta, causando clorosis y necrosis en los tejidos (Pitty 1995).

Paraquat pertenece al grupo de los bipiridilos, es un herbicida de contacto, no selectivo, entra al follaje de una manera muy rápida y es resistente a la lluvia dentro de 10 minutos después de la aplicación en la mayoría de situaciones (FAO 1996).

El mecanismo de acción consiste en la formación de radicales libres por medio de la reducción del ion, el radical libre en sí, no es el elemento toxico sino el radical hidroxilo y el peróxido de hidrogeno, los cuales se forman durante la autoxidación del radical libre para producir el ion. Estos destruyen rápidamente los cloroplastos y la membrana celular, causando una necrosis total en menos de 24 horas después de la aplicación (CIAT 1986).

Glufosinato de amonio es un herbicida no selectivo, para el control de hojas anchas anuales y perennes. Su modo de acción actúa inhibiendo la enzima glutamina sintetasa que es la que cataliza la conversión del amoniaco y el ácido glutámico en glutamina provocando así una acumulación rápida de amoniaco en la planta y provocándole fitotoxicidad. El glufosinato actúa en el sitio de acople de esta enzima, dicho acople es irreversible (Pitty 1997).

El bialophos es un producto del caldo de la fermentación de algunos microrganismos y actúa de forma similar al Glufosinato, ya que éste ante las plantas susceptibles no es fitotóxico, sino que es activado mediante la metabolización de la planta convirtiéndose en phosphinothricin o también conocido como Glufosinato (Pitty 1997).

El resultado de la combinación de dos herbicidas puede ser de antagonismo, sinergismo o efecto neutro, también llamado efecto aditivo. Esos resultados son consecuencias de las interacciones químicas, fisiológicas o cinéticas (absorción, translocación o metabolismo) entre los productos. Antagonismo es el nombre dado a la interacción negativa entre dos o más compuestos. Sinergismo es el efecto añadido o potencializado de los productos mezclados (Kruse *et al.*, 2006).

El control de Glufosinato sobre *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa cruzgalli* se reduce con la adición de 2,4 D, lo que indica claramente que en estos dos ingredientes activos de gramíneas hay una tendencia hacia antagonismo. (Young 1996). Se ha reportado también antagonismo de Glifosato en adición con algunos ingredientes activos tales como: Atrazina, Cianazina, Dicamba, Linuron, Metribuzina, Simazina y 2,4D (Hatzios y Penner 1985).

Algunos campesinos mezclan herbicidas sistémicos con herbicidas quemantes o de contacto, porque observan que la maleza muestra daños mucho antes, comparado con la aplicación de un herbicida sistémico sin herbicida quemante. Sin embargo, estas mezclas no son recomendables porque el herbicida quemante reduce la absorción del herbicida sistémico, su acción sobre la planta y por supuesto el control de la maleza.

Se reportó que existe antagonismo de Glifosato en adición con Glufosinato o Paraquat, y se recomendó realizar un experimento usando dosis menores de Paraquat o Glufosinato; es por ésta razón que el objetivo del estudio es determinar antagonismo o sinergismo de Glifosato, un herbicida sistémico, con Paraquat o Glufosinato, herbicidas de contacto (Caballero Morales 2013).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la zona 3 perteneciente al área de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, durante septiembre a octubre de 2014. El lugar está situado a 800 msnm, la precipitación promedio anual es de 1100 mm y la temperatura promedio anual es de 24ºC.

Experimento de glifosato + paraquat.
Se realizó en septiembre y octubre de 2014, se aplicó seis tratamientos, en donde uno es la dosis de Glifosato solo (Root out® 36 SL[1]), cuatro a la dosis de Glifosato + Paraquat (Gramoxone® Super 20 SL[2]) (10, 37, 75 y 100%) en donde 200 g de ingrediente activo por hectárea equivale al 100%, y un testigo (Cuadro 1). Se aplicó con una bomba de mochila modelo T, de acero inoxidable[3], presurizada con CO_2 a una presión de 35 psi, un aguilón de 2 m de ancho con cuatro boquillas tipo abanico plano XR 8003[4], en parcelas de 4 × 12 m. (Cuadro 1). La cantidad del producto comercial por hectárea fue calculada para aplicarla en 250 L/ha de agua, el agua que se usará es del sistema de agua potable de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Cuadro 1. Dosis del ingrediente activo y el producto comercial por hectárea de Glifosato (Root out® 36 SL) y Paraquat (Gramoxone® Super 20 SL) (10, 37, 75 y 100%).

	Cantidad de herbicida	
Tratamiento	Ingrediente activo (g/ha)	Producto commercial (L/ha)
Glifosato solo	1440	4
Glifosato + Paraquat (100%)	1440+200	4+2
Glifosato + Paraquat (75%)	1440+150	4+1.5
Glifosato + Paraquat (37%)	1440+74	4+0.74
Glifosato + Paraquat (10%)	1440+20	4+0.2

[1] Fabricado por Quilubrisa. km 36.5 Carretera I Pacífico. Palín, Escuintla, Guatemala, C.A.
[2] Fabricado por Syngenta S.A. km 130 Rodovía SP, Paulinia, Brasil, S.A.
[3] Mochila modelo T, equipada con contenedor de acero inoxidable de 11.35 L, cilindro de aluminio de CO2 de 2.27 kg, regulador de presión y aguilón para cuatro boquillas. Fabricado por Bellspray, Inc.; P.O. Box 269, Opelousas, LA 70571-0269, Estados Unidos
[4] Fabricada por Spraying Systems Co.; North Ave. & Schmale Rd. PO Box 7900 Wheaton IL, 60189, Estados Unidos.

Experimento de glifosato + glufosinato.
Se realizó en septiembre y octubre de 2014, se aplicó seis tratamientos bajo la sombra de una plantación de pino *(Pinus oocarpa)*, donde un tratamiento es la dosis de Glifosato solo, cuatro a la dosis de Glifosato + Glufosinato (Basta® 15 SL[5]) (10, 37, 75 y 100%), en donde 150 g de ingrediente activo por hectárea equivale al 100%, y un testigo (Figura 1). Se aplicó con una bomba de mochila marca Matabi súper agro-16[6] con una capacidad de 16.8 litros y a una presión de 1.5 bares (21 psi), se utilizó una boquilla cónica regulable, en parcelas de 3 × 9 m. (Cuadro 1). La cantidad del producto comercial por hectárea fue calculada para aplicarla en 400 L/ha de agua, el agua que se usará es del sistema de agua potable de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Cuadro 2. Dosis del ingrediente activo y el producto comercial por hectárea de Glifosato (Root out® 36 SL) y Glufosinato (Basta® 15 SL) (10, 37, 75 y 100%).

	Cantidad de herbicida	
Tratamiento	Ingrediente activo (g/ha)	Producto commercial (L/ha)
Glifosato solo	1440	4
Glifosato + Glufosinato (100%)	1440+150	4+2
Glifosato + Glufosinato (75%)	1440+112.5	4+1.5
Glifosato + Glufosinato (37%)	1440+55.5	4+0.74
Glifosato + Glufosinato (10%)	1440+15	4+0.2

[5] Fabricado por Bayer S.A. km 29.5 Ruta al Pacífico, Amatitlán, Guatemala, C.A.
[6] Fabricada por Goizper S. Coop., Bergara, Guipuzcoa, España.

Figura 1. Aplicación de Glifosato + Glufosinato bajo sombra de la plantación de *Pinus oocarpus*.

Los dos lotes experimentales cuentan con una población uniforme de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*)

Para conocer el control de malezas, se realizaron observaciones visuales de los efectos de aplicación, el sistema es empleado para una acumulación rápida de datos; dos personas hicieron la evaluación de 0% a 100%, donde 0% es ningún control y 100% es un control total y se tomó un promedio de los resultados (Truelove 1977).

Para el análisis de datos se usó el SAS (Statistical Analysis System) con un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) y se analizó la variable porcentaje de control utilizando un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias Duncan con una probabilidad menor de 5%. El testigo sin aplicación de herbicida no se utilizó en el análisis estadístico, solamente para la evaluación del control de malezas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento de Glifosato + Paraquat. A los 7 días después de la aplicación (dda) el Glifosato solo, tuvo un control de 45%, pero el Glifosato + Paraquat (100%) tuvo un control casi total (98%); un resultado similar obtuvo el Glifosato + Paraquat (75 y 37%), mientras que el Glifosato + Paraquat (10%) obtuvo un control del 75% (Figura 2). Gradualmente el control con las dosis más altas de Paraquat (100 y 75%) en los posteriores 14 dda fue disminuyendo al grado de control de 65%, de la misma manera el control disminuyó con Paraquat (37%) a un grado de control de 75%, mientras tanto el control con Glifosato solo y Glifosato + Paraquat (10%) aumento el control a un 65 y 81% respectivamente (Figura 2). Esto sucede debido a que las plantas tratadas con Glifosato mueren lentamente en los días o semanas siguientes gracias al modo de acción sistémico, a su vez ayuda también a que la necrosis alcance a todas las partes de la planta (Cheminova 2010). Por otra parte el Paraquat el daño que causa se observa pocos minutos después de aplicarlo y en unos 3 días hay una necrosis foliar completa (WSSA 2007). Por ende la dosis más baja del Glufosinato + Glifosato reacciona de manera similar a la del Glifosato solo.

El modo de acción del Glifosato, inhibe la síntesis de aminoácidos aromáticos los cuales son muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, mediante la unión de la molécula del glifosato al lugar de la enzima donde se une al grupo fosfoenol piruvato inhibiendo la vía biosintética del shikimato, deteniendo la producción de aminoácidos aromáticos y causando una clorosis, necrosis y distorsión principalmente de las hojas más jóvenes en la planta (Pitty 1997).

El modo de acción del Paraquat una vez dentro de la planta, interfiere en el proceso fotosintético tomando los electrones y evitando la reducción de $NADP^+$ a NADPH, produciendo así un radical catiónico monovalente el cual junto con oxígeno molecular (O_2) se produce nuevamente Paraquat mas el anión radical superóxido (O_2^-) el cual la encima superóxido dismutasa lo transforma en un radical libre de hidroxilo (OH^-) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) que son los que realmente destruyen las membranas de la planta (Pitty 1997).

Posteriormente el control con Glifosato + Paraquat (100, 75 y 37%) disminuyo a 19% a los 21 dda, de igual manera el Glifosato solo, aumentó su control a 80% mientras que el control con Glifosato + Paraquat (10%) disminuyó su control a 50% (Figura 2).

Finalmente a los 30 dda el Glifosato + Paraquat (100, 75, 37, 10%) se redujo a un mínimo de control de 10%, mientras que el Glifosato solo aumentó su control a un 90%. El Glifosato solo, fue más efectivo que la mezcla de Glifosato + Paraquat (100, 75, 37, 10%) a partir de los 21 dda. La diferencia del control al final del experimento entre Glifosato

solo y Glifosato + Paraquat fue del 80% (Figura 2). Se reportó un comportamiento similar sobre la acción del Glifosato solo, en el experimento de la mezcla de Glifosato + Paraquat sobre el pasto estrella africano (*Cynodon nlemfuensis*) (Caballero Morales 2013).

La diferencia en el control se dio cuando las hojas de la maleza dieron rebrote en la mezcla de Glifosato + Paraquat (Figura 4). Durante las primeras observaciones no había mucha diferencia entre los tratamientos, pero al final del experimento (30dda) se observó que en las parcelas donde se aplicó Glifosato solo, tenía una necrosis total de la maleza (Figura 3).

La mezcla de Glifosato + Paraquat resultó antagónica debido que a partir de los 7 dda su control fue disminuyendo, ya que se dio un rebrote del pasto estrella africano (*Cynodon nlemfuensis*). A pesar de que en los primeros días hubo sinergismo obteniendo un control casi total sobre la maleza con la mezcla de éstos dos herbicidas (Figura 3). Un resultado similar de sinergismo al inicio y antagonismo al final del experimento entre Glifosato + Paraquat se reportó con las malezas *Panicum maximum* y *Cyperus rotundus* (Caballero Morales 2013).

El antagonismo sucedido en la mezcla de Glifosato + Paraquat (10, 37, 75 y 100%) se le atribuye principalmente al efecto quemante del Paraquat ya que la penetración a través de la superficie foliar ocurre casi de inmediato después de aplicarlo y su acción empieza de inmediato, si hay luz (Quintero Joseph 2013). En la oscuridad ocurre mayor absorción porque las células no sufren daño, pero al sol el daño es inmediato en las células e impidiendo la absorción del herbicida (Pitty 1997). Por ende la aplicación que se realizó en horas de la mañana dañó al instante las células de la planta, evitando que la acción sistémica del Glifosato no tenga mayor acción sobre el control de *Cynodon nlemfuensis*, tomando en cuenta que la acción del Glifosato es únicamente por vía foliar.

Finalmente se concluye que estadísticamente no hubo diferencias entre la aplicación de los tratamientos de Glifosato + Paraquat (10, 37, 75 y 100%), pero hubo diferencia con el Glifosato solo, debido a que su control al final fue estadísticamente mayor ($P>0.05$).

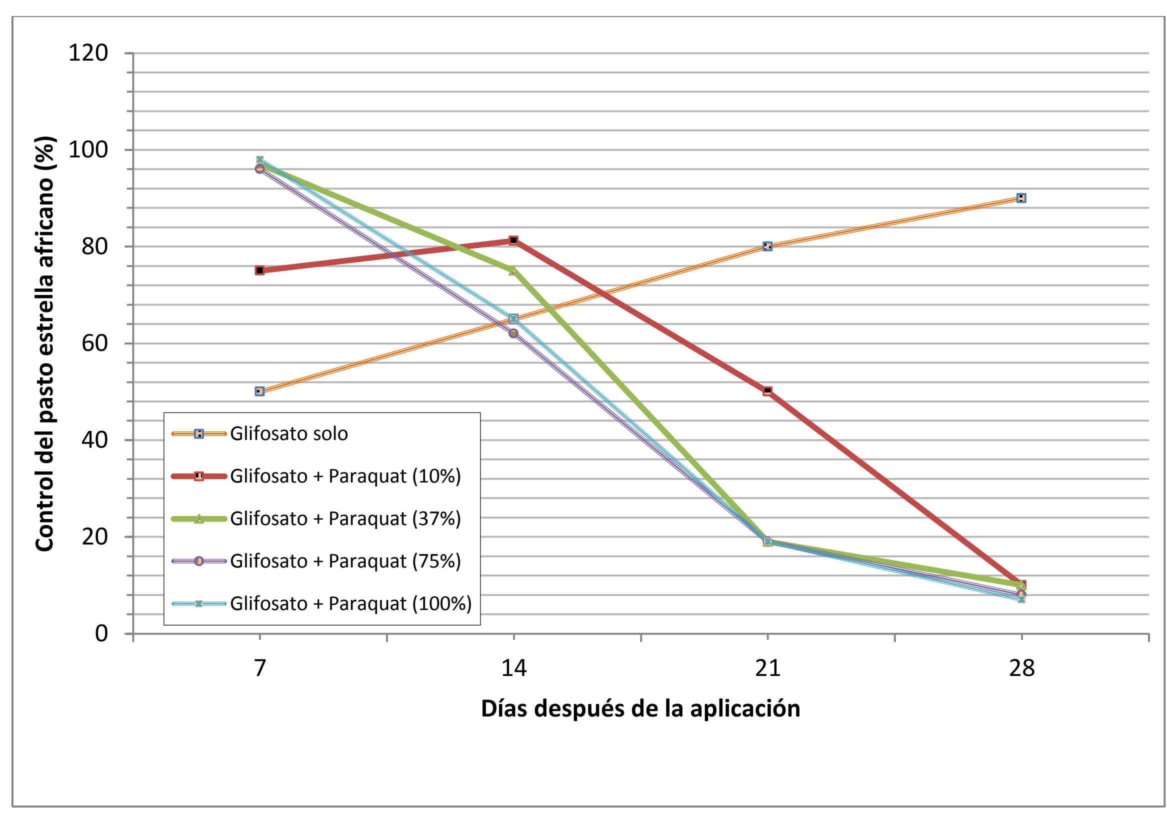


Figura 2. Porcentaje de control en el pasto estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) con la mezcla de Glifosato solo y Glifosato + Paraquat (10, 37, 75 y 100%).

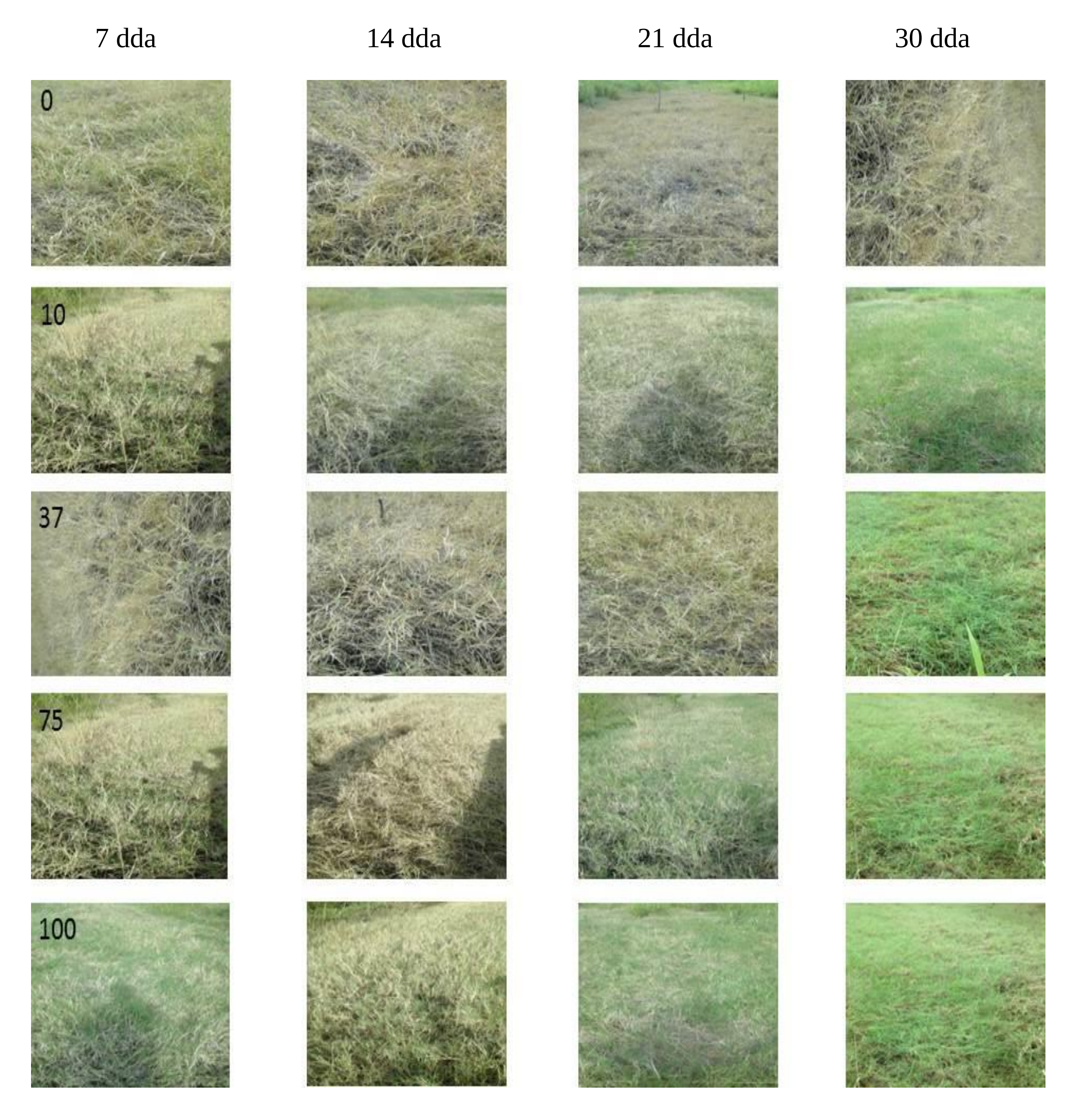


Figura 3. Fotos tomadas a los 7, 14, 21 y 30 días después de la aplicación (dda). A los 7 dda los lotes que contienen Glifosato + Paraquat (37, 75 y 100%) están quemados uniformemente, mucho más que los que contienen Glifosato solo y Glifosato + Paraquat (10%). A los 30 dda el más quemado es el aplicado con Glifosato solo, los aplicados con Glifosato + Paraquat (100, 75, 37 y 10%) han rebrotado.





Figura 4. Rebrote del pasto estrella africano (*Cynodon nlemfluensis*) con la aplicación de Glifosato + Paraquat (100, 75, 37 y 10%)

Experimento de Glifosato + Glufosinato de Amonio. A los 7 dda el Glifosato solo, tuvo un control de 60%, pero el Glifosato + Glufosinato (37, 75 y 100%) tuvo un control alrededor de 75%, mientras que el Glifosato + Glufosinato (10%) obtuvo un control de 67% (Figura 5). Este resultado similar de control entre la aplicación de Glifosato solo y Glifosato + Glufosinato se le atribuye a la aplicación bajo sombra ya que los síntomas de fitotoxicidad aparecen solamente cuando hay luz y aparecen más rápido con la alta humedad relativa y humedad de suelo (Pitty 1997).

Gradualmente el control con las dosis de Glifosato + Glufosinato (100, 75, 37 y 10%) en los posteriores 14 dda aumentó al grado de control alrededor de 90%, de la misma manera el control aumentó con Glifosato solo a un grado de 85% (Figura 5). Posteriormente a los 21 dda el control con Glifosato + Glufosinato (100, 75, 37 y 10%) mantuvo un control similar al Glifosato solo, aumentando su control a 95% (Figura 5). En éste caso al final del experimento (30dda) el Glifosato solo, no tuvo diferencia significativa con la mezcla de Glifosato + Glufosinato (100, 75, 37, 10%) ya que hubo un control del 99% y 96% respectivamente (Figura 6). Estos efectos se le atribuye también a que existen variaciones con respecto a la tolerancia de algunas malezas aplicadas con Glufosinato, esto se debe al diferente mecanismo que cada especie tiene para absorber y traslocar (Mersey *et al.* 1990). El Glufosinato tiene una translocación limitada en varias especies de malezas tales como las perennes por ende éstas no tienen un control efectivo después de la aplicación (Shelp *et al*. 1992).

Se reportaron en general comportamientos de antagonismo en la interacción de Glifosato + Glufosinato a los 28 dda, sosteniendo que el sinergismo y antagonismo depende de las

concentraciones de Glifosato + Glufosinato, es decir que a más concentración de Glufosinato, en comparación con la concentración de Glifosato, mayor será el sinergismo y viceversa (Bethke *et al*. 2013).

Recordando que Glufosinato es un herbicida de contacto no selectivo, que actúa inhibiendo la función de la encima glutamina sintetasa y provocando una acumulación rápida de amoniaco en la planta la cual es la causante de su fitotoxicidad, apareciendo rápidamente alrededor de 2 y 4 días una clorosis, marchitez y seguidamente necrosis de la planta (Pitty 1997). Mientras que el Glifosato inhibe la síntesis de aminoácidos aromáticos los cuales son muy importantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, mediante la unión de la molécula del glifosato al lugar de la enzima donde se une al grupo fosfoenol piruvato inhibiendo la vía biosintética del shikimato, deteniendo la producción de aminoácidos aromáticos y causando una clorosis, necrosis y distorsión principalmente de las hojas más jóvenes en la planta (Pitty 1997).

El resultado ocurrido en el tratamiento de Glifosato + Glufosinato (10, 37, 75 y 100%) se le puede atribuir principalmente al lugar donde se realizó el experimento, ya que hay un reporte donde se sostiene una hipótesis que data sobre el efecto antagónico o sinérgico de la mezcla de Glifosato + Glufosinato dependiendo del lugar donde se realice la aplicación, es decir un efecto antagónico sin sombra y sinérgico bajo sombra (Bethke *et al*. 2013).

Finalmente se concluye que estadísticamente no hubo diferencias entre la aplicación de los tratamientos de Glifosato + Glufosinato (10, 37, 75 y 100%) y Glifosato solo, debido a que al final se obtuvo un control similar (Figura 5).

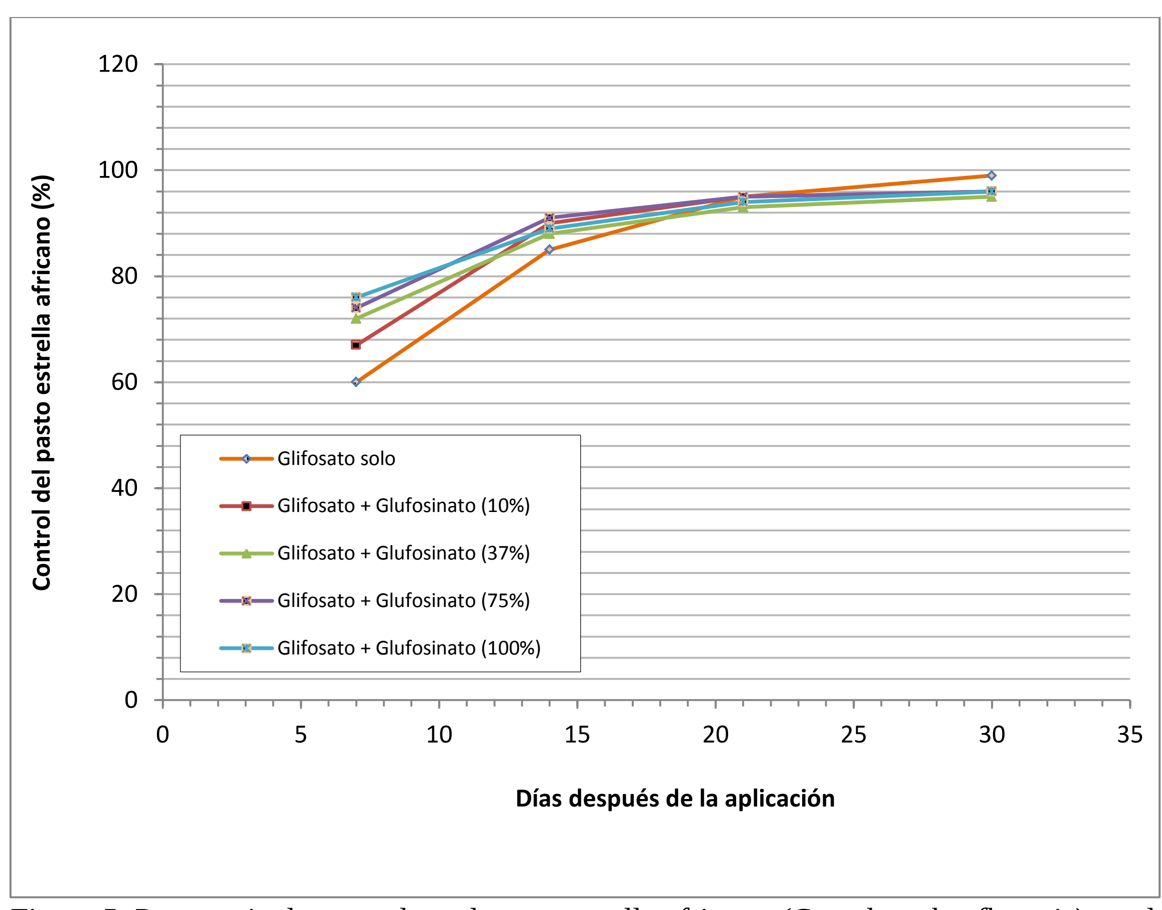


Figura 5. Porcentaje de control en el pasto estrella africano *(Cynodon nlemfluensis)* con la mezclas de Glifosato + Glufosinato de Amonio y Glifosato.



Figura 6. Fotos tomadas a los 7, 14, 21 y 30 días después de la aplicación (dda). A los 7 dda los lotes que contienen Glifosato + Glufosinato (37, 75 y 100%) están quemados uniformemente, mucho más que los que contienen Glifosato solo y Glifosato + Glufosinato.

4. CONCLUSIONES

- Durante los 7 días después de la aplicación la mezcla de Glifosato + Paraquat no demostró interacción, al tener un control bastante amplio solo con Paraquat de *Cynodon nlemfuensis* a comparación con la aplicación de glifosato solo.

- A partir de los 14 días después de la aplicación la mezcla de Glifosato + Paraquat hasta los 30 dda redujo a un mínimo su control, definiendo finalmente que la mezcla de éstos dos herbicidas es antagonista.

- Al mezclar Glifosato + Glufosinato (10, 37, 75 y 100%) no hubo una interaccion con respecto a control sobre *Cynonodon nlemfuensis* ya que fue igual que con la aplicación de Glifosato solo.

5. RECOMENDACIONES

- No aplicar Glifosato + Paraquat en ninguna dosis, debido a que el Paraquat impide las funciones del Glifosato, causando antagonismo.

- Continuar con investigaciones acerca de la interacción de Glifosato + Glufosinato en lugares bajo sombra y con malezas anuales.

6. LITERATURA CITADA

Bethke, R.K., W.T. Molin, C. Sprague, y D. Penner. 2013. Evaluation of the Interaction between Glyphosate and Glufosinate. Weed Science 61:41–47

Caballero Morales, J.L. 2013. Antagonismo de Glifosato mezclado con Paraquat o Glufosinato de amonio. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 18 p.

Caseley, J.C. 1996. Herbicidas. *In:* R. Labrada (ed) Manejo de las malezas para países en desarrollo. Roma, Italia. FAO. 195, 225 p.

FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). 2006. Recomendaciones para el manejo de las Malezas. Roma, Italia. FAO. 1-2 p.

Fuentes de Piedrahíta, C. y J.D. Doll. 1986. Los herbicidas: modo de actuar y su toxicidad. Segunda edición. Cali, Colombia. CIAT. 19-20 p.

Grupo CHEMINOVA, 2010. Manual técnico- glifosato, confidencial. Consultado en octubre 2014. (PDF). Disponible en: http://www.cheminova.es/sites/default/files/documentos/pdf/Glyfos_TITAN_ManTc.pdf

Kruse, N.D., Vidal, R.A. y Trezzi, M.M. 2006. Curvas de resposta e isobolograma como forma de descrever a associação de herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. Planta Daninha 24(3): 579-587.

Labrada R. y C. Parker. 1996. El control de las malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. *In:* R. Labrada (ed) Manejo de las malezas para países en desarrollo. Roma, Italia. FAO. 3 p.

Mersey, B.G., J.C. Hall, D.M. Anderson, y C.J. Swanton. 1990. Factors affecting the herbicidal activity of glufosinate ammonium: Absorption, translocation, and metabolism in barley and green foxtail. Pesticide Biochemistry and Physiology 37:90-98

Montaldo, P. 1995. Manejo ecológico de las malezas. Valdivia, Chile, Ediciones Universidad Austral de Chile, Direccion de pregrado. 3 p.

Pitty, A. 1995. Modo de acción y síntomas de fitotoxicidad de los herbicidas. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 29 p.

Pitty, A. 1997. Modo de accion de los herbicidas. *In:* Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. p 259-260

Quintero Joseph, H. 2013. Efectividad del Paraquat aplicado en el día o al final de la tarde. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 14 p.

Rosales Robles, E., V. Esqueda Esquivel. 2006. Clasificacion y uso de los herbicidas por su modo de acción. Tamaulipas, Mexico. 16 p.

Shelp, B.J., C.J. Swanton, y J.C. Hall. 1992. Glufosinate (phosphinothricin) mobility in young soybean shoots. Journal of Plant Physiology 139:626-628.

Truelove B. (ed). 1977. Reserch Methods in Weed Science: Measuring Plant Responses. Southern Weed Science Society. Auburn, Alabama, USA. Auburn Printing, Inc. 221 p.

Vidal, N. Avidal, R.A., Rainero, H.P., Kalsing, A. y Trezzi, M.M. 2010. Prospección de las combinaciones de herbicidas para prevenir malezas tolerantes y resistentes al glifosato. Planta Daninha 28(1):159-165.

WSSA (Weed Science Society of America). 2007. Herbicide Handbook. S.A. Senseman (ed). 9na edición. Estados Unidos. 403 p.